PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 5 : E21B 33/14, 33/127, 43/10

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 94/21887

(43) Date de publication internationale: 29 septembre 1994 (29.09.94)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00310

(22) Date de dépôt international: 22 mars 1994 (22.03.94)

(30) Données relatives à la priorité:
93/03638 25 mars 1993 (25.03.93) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: DRILLFLEX [FR/FR]; ZAC des Monts-Gaultier, 29, rue Lavoisier, F-35230 Châtillon-sur-Seiche (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(US seulement)*: BERTET, Eric [FR/FR]; 74, allée des Araucarias, F-45160 Olivet (FR). GUEGUEN, Jean-Marie [FR/FR]; 70 bis, rue du Maréchal-Foch, F-78600 Maisons-Laffitte (FR). SALTEL, Jean-Louis [FR/FR]; 12, avenue de la Motte, F-35650 Le Rheu (FR). SIGNORI, Frédéric [FR/FR]; 3, rue de l'Hermitage, F-35650 Le Rheu (FR).

(74) Mandataire: LE FAOU, Daniel; Cabinet Regimbeau, 11, rue Franz-Heller, Centre d'Affaires Patton, Boîte postale 19107, F-35019 Rennes Cédex (FR).

(81) Etats désignés: AU, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, FI, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, LV, MG, MN, MW, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SK, UA, US, UZ, VN, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CEMENTING A WELL

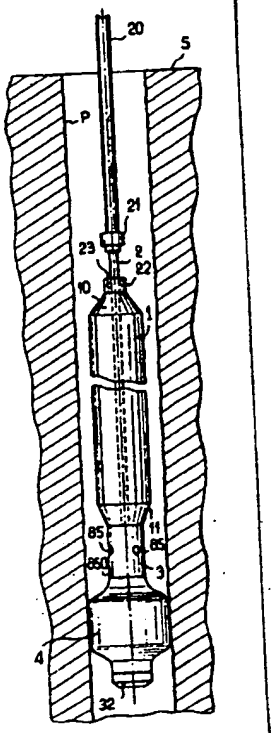
(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA CIMENTATION D'UN PUITS

(57) Abstract

A casing is cemented within a well bore (P) or pipe by means of a radially expandable tubular preform (1). For this purpose, a) the folded preform (1) is inserted into the well (P) or pipe down to the required level; b) the well is sealed off at the bottom of the preform (1) by means of an inflatable hydraulic retainer (4); c) a curable fluid cement is injected onto the retainer so that it surrounds the lower portion of the preform; d) the preform is gradually unfolded from the top towards the bottom to press the cement against the wall of the well or pipe along the full length of the preform; e) the preform is cured to form a casing while the cement is allowed to set; and f) the retainer (4) is deflated and withdrawn from the well or pipe.

(57) Abrégé

L'invention concerne la cimentation d'un tubage à l'intérieur d'un puits de forage (P) ou d'une canalisation, à partir d'une préforme tubulaire (1) déformable radialement par dilatation; pour réaliser cette cimentation: a) on introduit la préforme (1) à l'état replié dans le puits (P) ou la canalisation, au niveau souhaité; b) on obture le puits au pied de la préforme (1) au moyen d'un obturateur hydraulique gonflable (4); c) on injecte un ciment fluide et durcissable au-dessus de l'obturateur de manière à ce qu'il vienne entourer la partie basse de la préforme; d) on déforme la préforme pour la faire passer à l'état déplié, progressivement de bas en haut, de manière à refouler le ciment contre la paroi du puits ou de la canalisation, sur toute la hauteur de la préforme; e) on provoque le durcissement de la préforme afin d'obtenir le tubage, tout en laissant prendre le ciment; f) on dégonfle l'obturateur (4) et on le retire du puits ou de la canalisation.



BEST AVAILABLE COPY

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghiristan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo			SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kazakhstan	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CN	Chine	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
CZ	République tchèque	LV	Lettonie	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MC	Monaco	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MD	République de Moldova	UA	Ukraine
ES	Espagne	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	ML	Mali	UZ	Ouzbékistan
FR	France	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
GA	Gabon				

AB - WO9421887 A

Process for cementing a casing within a well or pipe employs a tubular preform which can be radially expanded between a retracted state and an expanded state of diameter slightly less than that of the well or pipe, the preform being hardenable in situ to form the casing. The novelty is that (a) the preform (1) is introduced into the well or pipe (P) in the retracted state and lowered to the desired level; (b) the well or pipe (P) is blocked at the foot of the preform (1) by inflation of a hydraulically deformable obturator (4); (c) hardenable fluid cement is injected above the obturator (4) to surround the bottom part of the preform (1), the cement vol. corresponding to the vol. required for casing cementation; (d) the preform (1) is progressively expanded from the bottom to the top to gradually displace cement along the preform height and within the annular gap between the preform and the well or pipe wall; (e) the preform is hardened to form the casing and the cement is allowed to set; and (f) the obturator (4) is deflated and withdrawn form the well or pipe.

- ADVANTAGE - Satisfactory cementation is achieved even if the annular gap available for the cement is reduced. ((Dwg.1/7))

EPAB- EP-689637 B

A method of cementing casing inside a borehole or a conduit that is approximately cylindrical, using a tubular preform that is deformable by being expanded radially from a "folded" first state in which its maximum, transverse dimension is considerably smaller than the diameter of the well or conduit, to an "unfolded" second state in which it is cylindrical in shape and has a diameter that is slightly smaller than that of the well or the conduit, the preform being settable on site in order to constitute the casing, the method being characterised by the fact that it comprises the following steps: a) the preform (1) in the folded state is inserted into the well or into the conduit (P), and it is lowered down to the desired level; b) the well or the conduit (P) is closed at the bottom of the preform (1) by inflating in said zone a hydraulically deformable closure member (4); c) a cement (L1) that is fluid and settable is injected above the closure member (4) so as to surround the bottom portion of the preform, with the volume of said cement (L1) corresponding substantially to the volume required for cementing the casing in the well or in the conduit; d) the preform (1) is deformed to cause it to take up its unfolded state, said deformation taking place progressively from the bottom upwards, so that the cement is displaced little by little along the annular space between the preform (1) and the wall of the well or of the conduit, along the entire height of the preform; e) the preform (1) is caused to set so as to obtain the casing (1'), and the cement (L1) is allowed to set; and f) the closure member (4) is deflated and withdrawn from the well or the conduit. (Dwg.1/7)

USAB- US5718288 A

Process for cementing a casing within a well or pipe employs a tubular preform which can be radially expanded between a retracted state and an expanded state of diameter slightly less than that of the well or pipe, the preform being hardenable in situ to form the casing. The novelty is that (a) the preform (1) is introduced into the well or pipe (P) in the retracted state and lowered to the desired level; (b) the well or pipe (P) is blocked at the foot of the preform (1) by inflation of a hydraulically deformable obturator (4); (c) hardenable fluid cement is injected above the obturator (4) to surround the bottom part of the preform (1), the cement vol. corresponding to the vol. required for casing cementation; (d) the preform (1) is progressively expanded from the bottom to the top to gradually displace cement along the preform height and within the annular gap between the preform and the well or pipe wall; (e) the preform is hardened to form the casing and the cement is allowed to set; and (f) the obturator

(4) is deflated and withdrawn form the well or pipe.
- ADVANTAGE - Satisfactory cementation is achieved even if the annular gap available for the cement is reduced. (Dwg.1/7)

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA CIMENTATION D'UN PUITS

La présente invention a pour objet un procédé de cimentation d'un tubage à l'intérieur d'un puits de forage ou d'une canalisation. Il concerne également le dispositif de cimentation servant à mettre en oeuvre ce procédé.

L'invention s'applique notamment à des puits de forage, notamment pétroliers. Bien que la description qui suit se rapporte à un puits vertical, il va de soi que l'invention peut aussi être mise en oeuvre dans des puits non verticaux, mais déviés, voire horizontaux. Elle est applicable également à des canalisations, par exemple à des oléoducs ou gazoducs, en vue de leur réparation par pose d'un chemisage interne.

Dans le domaine des forages pétroliers, un tubage, ou cuvelage, - couramment désigné par le terme anglais "casing" - est un tuyau cylindrique en matériau rigide destiné à être mis en place à l'intérieur du puits. Il y est fixé au moyen d'un ciment, couramment appelé "laitier". La présence du tubage permet de disposer d'un puits cylindrique, de diamètre bien défini, à paroi rigide, qui permet le passage de différents outils et éléments nécessaires à l'exploitation du puits.

Actuellement, la cimentation du tubage est réalisée à partir de la base du tubage par injection d'un ciment dans l'espace annulaire compris entre le tubage et le puits. Ce ciment est injecté à partir de la surface par l'intérieur même du tubage (méthode des bouchons) ou au travers des tiges de forage (cimentation couramment désignée par le terme anglais "innerstring").

Malheureusement, le principe même de cette méthode, par injection puis déplacement du volume de laitier, ne permet pas la mise en place du laitier dans des conditions satisfaisantes dans le cas où l'espace annulaire disponible est très réduit, voire nul, c'est-à-dire lorsque le diamètre extérieur du tubage est voisin de celui du puits.

Il a été récemment proposé des tubages qui sont obtenus à partir d'une préforme tubulaire qui est déformable par dilatation en

direction radiale entre un premier état - dit replié - dans lequel sa plus grande dimension transversale est sensiblement inférieure au diamètre du puits, et un second état - dit déplié - dans lequel il a une forme cylindrique de diamètre légèrement inférieur à celui du puits, cette préforme étant durcissable in situ (après dilatation radiale) pour constituer le tubage.

Ce genre de tubage, ainsi que son procédé de mise en place, est notamment décrit dans les documents FR-A-2 662 207 et FR-A-2 668 241.

L'objectif de la présente invention est de proposer un procédé et un dispositif de cimentation d'un tubage de ce genre, grâce auxquels la cimentation puisse se faire dans des conditions satisfaisantes, même si l'espace annulaire disponible pour le ciment est réduit.

Cet objectif est atteint, grâce au procédé selon l'invention, par le fait que ce procédé comprend les étapes suivantes :

a) on introduit la préforme à l'état replié dans le puits ou dans la canalisation, et on l'y descend au niveau souhaité ;

b) on obture le puits au pied de la préforme, par gonflage en cette zone d'un obturateur hydrauliquement déformable (obturateur du genre couramment désigné par le terme anglais "packer" dans le domaine pétrolier) ;

c) on injecte un ciment fluide et durcissable au-dessus de l'obturateur de manière à ce qu'il vienne entourer la partie basse de la préforme, le volume de ce ciment correspondant sensiblement au volume nécessaire à la cimentation du tubage dans le puits ou dans la canalisation ;

d) on déforme la préforme pour la faire passer à l'état déplié, cette déformation se faisant progressivement de bas en haut, de sorte que le ciment est déplacé petit à petit dans l'espace annulaire compris entre la paroi de la préforme et la paroi du puits ou de la canalisation, sur toute la hauteur de la préforme ;

e) on provoque le durcissement de la préforme pour obtenir le tubage, et on laisse prendre le ciment ;

f) on dégonfle l'obturateur et on le retire du puits ou de la canalisation.

Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, on gonfle le ballonnet depuis la surface, au moyen d'un fluide qui est fourni par un tube traversant longitudinalemement et de part en part la préforme.

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques additionnelles non limitatives de l'invention :

- après l'injection de ciment réalisée à l'étape c) ci-dessus, on injecte un autre fluide non durcissable - dit de chasse - dont la densité est supérieure à celle du ciment, et qui vient occuper l'espace compris entre l'obturateur et l'extrémité basse de la préforme ;

- on fournit le ciment, et éventuellement le fluide de chasse, depuis la surface, par le même tube que celui qui sert au gonflage de l'obturateur, via une chemise de distribution montée à l'extrémité du tube et portant ledit obturateur ;

- lorsque le procédé est mis en oeuvre avec une préforme à paroi durcissable à chaud par polymérisation, on réalise la dilatation radiale et le durcissement de cette préforme au moyen d'un fluide chaud qui est fourni depuis la surface par le tube, via la chemise de distribution ;

- après l'étape d) on injecte un fluide dans la zone située au-dessus de l'extrémité haute de la préforme pour éliminer l'excès de ciment éventuellement présent en cette zone (et en empêcher la prise).

Le dispositif de cimentation d'un tubage qui est destiné à la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus, et qui fait également partie de la présente invention, comprend un tube d'amenée de fluides traversant de part en part la préforme et dont l'extrémité basse se raccorde à un obturateur hydraulique gonflable.

Dans un mode de réalisation préférentiel, le dispositif est pourvu d'une chemise distributrice de fluides, dans laquelle débouche l'extrémité basse du tube.

Avantageusement, cette chemise distributrice constitue une vanne multi-voies permettant de faire communiquer sélectivement le tube d'amenée de fluides avec l'intérieur de l'obturateur, avec l'extérieur, et avec l'intérieur de la préforme.

Dans un mode de réalisation possible, la chemise distributrice possède des chambres de pression dont la sortie est obturable par des billes

qui sont mises en place au cours d'opération, via le tube d'amenée de fluides.

Dans un mode de réalisation avantageux, le tube d'amenée de fluides est muni d'une soupape située au-dessus de l'extrémité haute de la préforme, cette soupape servant à dégrader le ciment en excès, ainsi que cela a été mentionné plus haut.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés, qui en représentent un mode de réalisation préférentiel.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue générale schématique du dispositif, celui-ci étant introduit à l'intérieur d'un tube de forage ;

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale de la chemise distributrice et de l'obturateur hydraulique ;

- les figures 3, 3A, 3B, 3C, 3D et 3E sont des vues générales schématiques analogues à celles de la figure 1, à plus petite échelle, qui illustrent les différentes étapes principales d'une opération de cimentation du tubage à l'intérieur du puits ;

- les figures 4 et 4A sont des vues représentant le mode d'attache de la chemise distributrice (et de l'obturateur hydraulique) à la partie basse du tubage, respectivement avant et pendant leur enlèvement hors du tubage ;

- la figure 5 est une vue similaire à la figure 4, représentant les moyens de liaison du tube d'amenée des fluides avec la partie haute du tubage, les demi-vues de gauche et de droite de cette figure correspondant à l'état de ces moyens, respectivement avant et après enlèvement du tube ;

- les figures 6, 6A, 6B, 6C, 6D et 6E sont des vues similaires à la figure 2, à plus petite échelle, qui représentent la tête distributrice au cours des principales étapes de mise en oeuvre du procédé ;

- la figure 7 est un diagramme représentant la valeur des pressions mises en jeu en fonction du temps, au cours de l'opération.

A la figure 1, on a désigné par la référence S la surface du sol, et par la référence P la paroi d'un puits de forage, de forme approximativement cylindrique, d'axe vertical.

Le dispositif de cimentation représenté sur cette figure, qui est logé à l'intérieur du puits, comprend essentiellement une préforme tubulaire déformable 1 portée par un tube 2 qui la traverse de part en part, une chemise de distribution 3 disposée à la base de la préforme, et un obturateur hydraulique gonflable 4, disposé à la base de la chemise 3.

L'ensemble est suspendu à une tuyauterie 20, celle-ci étant par exemple un tuyau souple déroulé à partir d'un dévidoir porté par un appareillage situé en surface.

On a désigné par la référence 21 un élément de raccord entre la tuyauterie 20 et le tube 2, par l'élément 22 un manchon de liaison entre le tube 2 et la partie d'extrémité haute de la préforme. Le manchon 22 est pourvu d'une soupape de décharge tarée 23 (clapet à bille), dont le rôle est de faire communiquer l'intérieur de la préforme avec l'extérieur lorsque la pression régnant dans la préforme excède un seuil prédéterminé, comme cela sera expliqué plus loin.

La préforme 1 est par exemple du type faisant l'objet de la demande de brevet FR-A-2 668 241 déjà citée. Elle est repliée sur elle-même dans le sens longitudinal de sorte que dans cet état replié, qui correspond à celui représenté sur la figure 1, elle occupe un encombrement très sensiblement inférieur au diamètre du puits. En revanche, dans son état déplié, qui est visible notamment aux figures 3D et 3E, elle possède une forme cylindrique de diamètre légèrement inférieur à celui du puits.

Comme on le voit aux figures 4 et 5, la paroi de la préforme est composée d'une âme 100 prise en sandwich entre une peau intérieure 101 et une peau extérieure 102. L'âme 100 est en matériau composé de filaments imprégnés d'une résine thermo-durcissable. Les peaux 101 et 102 sont par exemple des tissus synthétiques de faible épaisseur.

A son extrémité haute, la préforme 1 est attachée au manchon 22 au moyen d'une manche souple 10, tronconique ; de manière similaire, son extrémité basse est reliée à la chemise 3 par une manche tronconique 11 en matériau souple.

Comme on le voit à la figure 4, la manche 11 est fixée, par exemple par collage, à son extrémité inférieure à la chemise 3, et par sa

zone supérieure à la peau intérieure 101. Comme le montre la figure 5, la manche 10 est fixée par sa zone basse à la peau intérieure 101, et en partie haute au manchon 22.

Le tube 2 traverse de part en part la préforme 1 et débouche par son extrémité basse dans la chemise 3. Cette dernière consiste en un corps 30, de forme générale cylindrique, dont l'extrémité haute 31 est fixée, comme déjà dit, à la manche 11, et dont la portion inférieure 32 porte l'obturateur 4.

L'extrémité du tube 2 vient se loger coaxialement dans un alésage prévu dans la chemise distributrice 3, et est fixé par des moyens appropriés non représentés. Le tube 2 débouche dans une chambre de pression, dite principale, 83, celle-ci débouchant elle-même, via un canal axial 830 dans une chambre de pression secondaire, de forme cylindrique, 8. L'entrée du canal 830 est chanfreinée, constituant un siège tronconique 84. La chambre 8, coaxiale au corps 30, joue le rôle d'un cylindre pour le coulissement d'un piston 5. Le piston 5 possède une tête contre laquelle agit un ressort de compression 54 qui tend à le repousser vers le haut, ainsi qu'une queue 500, de plus petit diamètre, pénétrant dans une chambre auxiliaire 80. L'espace situé au-dessous de la tête de piston qui communique avec l'extérieur par un canal 850 d'équilibrage des pressions.

La chambre 80 communique, par l'intermédiaire d'un clapet anti-retour constitué par une bille 89 sollicitée par un ressort 890, avec un alésage 88 qui débouche dans une chambre 81 correspondant à l'espace intérieur de l'obturateur 4. L'espace 81 communique par des ouvertures appropriées 810 avec un espace annulaire, contre la paroi interne de la membrane 40 constitutrice de l'obturateur 4. Cette membrane 40 est en matériau élastiquement déformable tel qu'un élastomère. Elle a la forme d'un manchon normalement cylindrique, fixé par ses zones d'extrémité, par exemple par sertissage, au corps 30. Lorsqu'il est soumis à une pression interne, l'obturateur se gonfle radialement comme représenté à la figure 2. Sur cette même figure, on a représenté en traits interrompus mixtes le contour de la membrane non gonflée.

Le piston 5 est traversé coaxialement par un alésage central comprenant en partie haute une portion de grand diamètre 50 et en partie

basse une portion de plus petit diamètre 51. En partie haute, l'alésage 50 débouche dans la chambre 8 par l'intermédiaire d'une partie chanfreinée, tronconique, 52. La tête du piston 5 est également percée d'un alésage radial 53 qui fait communiquer l'alésage 50 avec l'extérieur. Lorsque le piston 5 se trouve en position extrême basse, il vient en appui contre une butée annulaire 35. Lorsqu'il se trouve en position haute, l'alésage 53 vient en correspondance avec un alésage 85, également disposé radialement, dans le corps 30. Ainsi, dans cette position haute, qui est représentée à la figure 6B, l'alésage 50 communique, via les alésages radiaux 53 et 85, avec l'extérieur.

En fait, il peut être prévu plusieurs alésages radiaux 53 régulièrement répartis angulairement, par exemple trois alésages disposés à 120°, et un nombre correspondant d'alésages 85 est prévu dans le corps 30.

Dans la partie haute 31 de la chemise 3 est ménagé un alésage 82 qui entoure le tube 2. Celui-ci reçoit une pièce de montage annulaire 6 dans laquelle est montée une membrane mince 60 - dite frangible - dont la résistance à la rupture est calibrée. Dans une variante elle pourrait être remplacée par une soupape à goupille sécable.

La membrane frangible 60 délimite une chambre de pression 82 entourant le tube 2, et qui communique avec le canal 830 par un canal 87. A la partie inférieure 32 de la chemise 3 est prévu un bouchon obturateur 7, par exemple cylindrique, logé dans un alésage de forme complémentaire. Le bouchon 7 est maintenu dans son logement par une goupille sécable 70, dont la résistance à la rupture est également calibrée. L'alésage qui est obturé par le bouchon 7 communique par un canal 320 avec l'espace 81 intérieur à l'obturateur gonflable 4. La base du bouchon 7 se trouve en regard d'un canal 86 qui communique avec la chambre de pression 83.

A l'entrée du canal 86 est montée une soupape à bille 860, tarée pour ne laisser entrer un fluide que si sa pression excède une certaine valeur, légèrement inférieure à celle qui provoque la rupture de la goupille 70. Grâce à cette soupape, les fluides ne peuvent pénétrer dans le canal 86 qu'en fin de cycle.

Le dispositif est complété par un système de verrouillage du piston 5 en position basse, non représenté. Ce système, qui peut être de type connu en soi par exemple à cliquet pivotant, est agencé de telle manière que le piston 5 occupe normalement une position voisine de sa position extrême basse, empêchant que la poussée du ressort 54 ne le fasse remonter. Toutefois, ce système de verrouillage est automatiquement rendu inopérant suite à une légère impulsion vers le bas donnée sur le piston 5.

En nous référant maintenant plus particulièrement aux figures 3, 3A à 3E et 6, 6A à 6E, nous allons maintenant expliquer de quelle manière le dispositif qui vient d'être décrit est utilisé pour la cimentation d'un tubage à partir de la préforme 1 dans le puits P.

Comme cela est représenté à la figure 3, la préforme est tout d'abord descendue dans le puits au moyen de la tuyauterie 20, à la profondeur souhaitée, de telle sorte qu'elle se trouve en regard de la zone Z où elle doit être fixée.

On gonfle alors l'obturateur 4, comme cela est symbolisé par les flèches f à la figure 3A.

Le gonflage de l'obturateur est réalisé depuis la surface S par l'introduction d'un fluide L à l'intérieur de la tuyauterie 20, puis du tube 2.

Le fluide L est un liquide, par exemple de l'eau ou de l'éthylène-glycol sous pression, injecté dans la tuyauterie au moyen d'une pompe de circulation haute pression. Comme déjà dit plus haut, des moyens de blocage appropriés maintiennent le piston 5 en position basse, presque en appui contre la butée 35.

Le fluide sous-pression L arrive dans la chambre de pression 83, dans le canal 830, la chambre auxiliaire 8, traverse le piston et arrive dans la chambre auxiliaire 80. Le fluide, en raison de sa pression, repousse la bille 89 du clapet anti-retour et pénètre dans l'espace 81 intérieur à l'obturateur, provoquant le gonflement de celui-ci. La membrane 40 vient donc s'appliquer intimement contre la paroi du puits, venant obturer celui-ci de manière étanche à la base de la préforme. Au-delà d'une certaine pression, par exemple de 40 bars, on cesse le pompage du fluide L. Grâce au clapet anti-retour, le fluide sous-pression est retenu dans le ballonnet, maintenant celui-ci gonflé.

Au cours de la montée en pression observée durant le gonflage du ballonnet, par exemple entre 20 et 30 bars, il en est résulté sur le piston 5 un effort dirigé de haut en bas, qui a eu pour effet de le faire coulisser très légèrement vers le bas en libérant son système de blocage. Le piston ainsi libéré, poussé par le ressort 54, remonte complètement lorsque cesse le pompage du fluide L. On obtient alors la configuration de la figure 6B dans laquelle le canal 53 est venu en coincidence avec l'ouverture 85.

Toujours depuis la surface, on envoie alors un ciment L1 dans le tube 2. Ce ciment est injecté à la périphérie de la tête 3, au-dessus du ballonnet gonflé 4, par l'intermédiaire de l'ouverture (ou des ouvertures) 85.

On a préalablement déterminé la dose nécessaire de ciment, dont le volume doit correspondre sensiblement au volume de l'espace annulaire entre le tubage (lorsque la préforme sera dilatée) et la paroi du puits sur toute la longueur du tubage. Ce volume dépend naturellement de la longueur du tubage, des diamètres relatifs entre le puits et le tubage, et des irrégularités de surface de la paroi du tube. Il va de soi en effet que si certaines infractuosités de paroi ont une grande profondeur, il est nécessaire d'en tenir compte dans la détermination du volume de ciment à injecter.

Le ciment L1 est de nature connue, apte à assurer une fixation correcte du tubage avec la paroi du puits, par exemple une résine durcissable.

Le ciment ainsi injecté L1 vient entourer la portion inférieure de la préforme 1, sur une certaine hauteur.

De la même manière, on injecte ensuite un autre fluide L2, appelé fluide de chasse. Il s'agit par exemple d'une boue ayant une densité supérieure à celle du ciment, et dont la nature est telle qu'il ne se mélange pas facilement avec celui-ci. Le fluide L2 arrive à la base de préforme en traversant les ouvertures 85 (voir flèches g, figure 3B), et vient occuper l'espace annulaire situé au-dessus de l'obturateur 4 (toujours gonflé). Son volume est calculé de telle manière qu'il chasse la totalité du ciment L1 vers le haut, en regard de la préforme.

A la fin de l'injection du fluide de chasse L2, une bille 9 de petit diamètre est envoyée depuis la surface dans la tuyauterie 20, puis passe dans le tube 2, en même temps que le fluide L2.

Le diamètre de la bille, référencée 9 à la figure 6C est supérieur au diamètre de l'alésage 50 mais inférieur à celui de l'alésage 830. Elle traverse donc ce dernier, pour venir s'appliquer contre le siège tronconique 52 formant chanfrein d'entrée du canal 50. Le fluide ne pouvant plus pénétrer dans le piston, il en résulte une poussée sur celui-ci, qui provoque son coulissement vers le bas. Le piston descend jusqu'à sa butée basse 35, en venant actionner la gachette du système de blocage, qui le verrouille alors automatiquement dans sa position basse, fermant ainsi la communication avec l'ouverture 85. On introduit alors, toujours depuis la surface, un fluide L3 nécessaire à la dilatation et à la polymérisation de la préforme dans la tuyauterie 20. Le fluide L3 est par exemple de l'eau chargée de particules solides (agent densifiant) qui lui confèrent une densité supérieure à celle des fluides L1 et L2. Il est chauffé de telle manière qu'il arrive dans la chemise 3 à une températeur de l'ordre de 130°C, convenable pour provoquer la polymérisation de la résine de la préforme. Il est injecté à une pression de 60 bars environ, qui est suffisante pour provoquer la rupture de la membrane 60. Ainsi, ce liquide est injecté à l'intérieur de la préforme via le canal 87, la chambre 82 et l'espace 60' qu'occupait la membrane (voir figure 6C). On réalise ainsi le gonflage progressif de la préforme, qui se dilate radialement, et de bas en haut du fait que la densité du fluide intérieur L3 est supérieure à celle des fluides extérieurs L2, L1. Cette dilatation progressive, symbolisée par les flèches i à la figure 3C, provoque le refoulement régulier du ciment L1 vers le haut, sur toute la longueur de la préforme. La préforme affecte, à l'état déplié, une forme cylindrique et constitue le tubage, référencé 1' ; ce dernier est uniformément enrobé de ciment. On comprend que grâce à ce refoulement progressif du ciment, celui-ci va occuper toute la surface externe du tubage, même si, par endroits, l'espace de passage est faible, voire nul.

On fait ensuite circuler le fluide L3 chauffé et sous pression à l'intérieur de la préforme - devenue tubage -, ceci pendant le temps

nécessaire à la polymérisation de sa paroi, généralement quelques heures. Dans le même temps, le ciment fait sa prise.

Le fluide utilisé pour la polymérisation n'est pas obligatoirement le même que celui utilisé pour le gonflage progressif de la préforme, car une fois celle-ci dilatée, la densité du fluide intérieur n'a pas d'importance. Sa fonction est seulement de permettre la polymérisation de la paroi.

Il convient de remarquer par ailleurs qu'il est généralement délicat de déterminer exactement le volume de ciment nécessaire. Dans ce cas, il est prudent d'injecter un volume de ciment un peu supérieur au volume calculé, ceci pour éviter que les zones hautes du tubage ne soient pas convenablement cimentées.

Dans cette hypothèse, il est important que l'excès de ciment soit détruit, afin qu'il ne vienne pas faire sa prise au-dessus du tubage. Ce problème peut être résolu grâce à la soupape de décharge 23 prévue au-dessus de l'extrémité haute de la préforme. A la fin du gonflage de la préforme, l'augmentation de pression qui en résulte à l'intérieur de la préforme et dans le tube 2, va provoquer un échappement du trop plein de liquide L hors de la préforme par cette soupape 23, ainsi que cela est illustré par les flèches h à la figure 3D. Ce liquide va éliminer le ciment en excès qui se trouve à ce niveau. On est ainsi assuré que la cimentation se fasse uniquement en regard du tubage.

A la fin de l'opération, on envoie dans le tube 2 une seconde bille, référencée 9' à la figure 6D. Son diamètre est tel qu'elle peut passer à l'intérieur du tube 2, mais non à l'intérieur de l'alésage 830. La bille 9' vient par conséquent s'appliquer contre le siège chanfreiné 84 à l'entrée de cet alésage 830. On augmente alors la pression du fluide L3 pour qu'elle dépasse la valeur de tarage de la soupape 860. Cette pression est transmise via le canal 86 au bouchon obturateur 7. Elle est relativement élevée, par exemple de l'ordre de 100 bars, suffisante pour provoquer la rupture de la goupille 70. Le bouchon 7 est par conséquent chassé, comme cela est illustré à la figure 6E, si bien que le liquide qui était emprisonné dans

l'obturateur 4 peut librement s'échapper vers le fond du puits par le canal 320. L'obturateur se dégonfle, comme symbolisé par les flèches j à la figure 3E, tandis que le fluide L2 qui se trouvait au-dessus de l'obturateur retombe également au fond du puits.

Il convient ensuite de retirer le dispositif du puits. Pour cela, on effectue une traction vers le haut sur la tuyauterie 20, comme symbolisé par la flèche K sur les figures 3E, 4 et 5.

Par suite de cette traction, la manche 10 se détache de la peau intérieure 101 du tubage (voir figure 5).

En partie basse, la manche 11 se retourne, et provoque l'enlèvement de la peau intérieure 101, également par retournement à la manière d'une chaussette (voir figure 4A où ce retournement est symbolisé par les flèches r).

La peau intérieure 101 se trouve ainsi progressivement et complètement arrachée au fur et à mesure que le dispositif est retiré.

A la fin de l'opération, il reste en place le tubage cimenté, démuni de sa peau intérieure.

Bien entendu, le cycle qui vient d'être décrit peut être réitéré afin de cimenter bout-à-bout un ensemble de tubages.

Le diagramme de la figure 7 illustre schématiquement la valeur des pressions mises en oeuvre en cours de processus.

La partie de courbe rectiligne OA représente l'augmentation de pression initiale au cours du gonflage de l'obturateur hydraulique, jusqu'à une pression P0, par exemple égale à 30 bars environ.

Le tronçon de la courbe AB correspond à la fin de gonflage de l'obturateur à la pression P1 (35 bars environ) ; au cours de cette phase la pression exercée sur la tête du piston le fait se déplacer vers le bas en libérant ainsi son mécanisme de verrouillage. Le tronçon de courbe BC correspond à l'arrêt de l'injection et à la remontée du piston vers le haut (poussé par le ressort 54) découvrant progressivement les ouvertures 85.

Le fluide injecté jusqu'ici est L.

La phase CD correspond aux injections successives de ciment L1 et du fluide de chasse L2.

Le point E correspond à la subite montée en pression lors de l'arrivée sur son siège 52 de la bille 9 pompée en fin de fluide de chasse afin d'obstruer le canal interne 50/51 du piston.

La partie de courbe EF correspond à l'arrêt du pompage, la pression restant constante. La phase FG représente la montée jusqu'à la pression P4 de rupture du dispositif permettant d'ouvrir la circulation à l'intérieur de la préforme. A titre indicatif, P4 = 60 bars.

La phase GH correspond à la subite chute de pression résultant de l'ouverture de la circulation à l'intérieur de la préforme.

La phase HI correspond au gonflage de la préforme au moyen du fluide L3 (pression P5). A la fin du gonflage, la pression augmente, ce qui correspond au segment IJ, jusqu'à atteindre la pression contrôlée par la soupape 23. La phase JK correspond à la polymérisation de la préforme. La pression P6 régnant dans la préforme est sensiblement constante, car elle est contrôlée par la soupape 23. A titre indicatif, on a P6 = 20 bars. Le point L correspond à la mise en place de la bille 9'. La partie de courbe LM correspond à l'arrêt du pompage, la pression (P7) restant constante. Ensuite, on reprend le pompage, et il en résulte une augmentation très sensible de la pression correspondant au segment MN. La pression P8, par exemple de l'ordre de 100 bars est suffisante pour réaliser la rupture de la goupille 70, entraînant le dégonflage instantané de l'obturateur hydraulique, ce qui correspond à la chute rapide de pression du segment NQ.

REVENDICATIONS

1. Procédé de cimentation d'un tubage à l'intérieur d'un puits de forage ou d'une canalisation approximativement cylindrique, à partir d'une préforme tubulaire qui est déformable par dilatation en direction radiale entre un premier état - dit replié - dans lequel sa plus grande dimension transversale est sensiblement inférieure au diamètre du puits ou de la canalisation, et un second état - dit déplié - dans lequel il a une forme cylindrique de diamètre légèrement inférieur à celui du puits ou de la canalisation, cette préforme étant durcissable in situ pour constituer le tubage, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes suivantes :

a) on introduit la préforme (1) à l'état replié dans le puits ou dans la canalisation (P), et on l'y descend au niveau souhaité ;

b) on obture le puits ou la canalisation (P) au pied de la préforme (1), par gonflage en cette zone d'un obturateur hydrauliquement déformable (4) ;

c) on injecte un ciment fluide et durcissable (L1) au-dessus de l'obturateur (4) de manière à ce qu'il vienne entourer la partie basse de la préforme, le volume de ce ciment (L1) correspondant sensiblement au volume nécessaire à la cimentation du tubage dans le puits ou dans la canalisation ;

d) on déforme la préforme (1) pour la faire passer à l'état déplié, cette déformation se faisant progressivement de bas en haut, de sorte que le ciment est déplacé petit à petit dans l'espace annulaire compris entre la préforme (1) et la paroi du puits ou de la canalisation, sur toute la hauteur de la préforme ;

e) on provoque le durcissement de la préforme (1) pour obtenir le tubage (1') et on laisse prendre le ciment (L1) ;

f) on dégonfle l'obturateur (4) et on le retire du puits ou de la canalisation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on gonfle ledit obturateur (4) depuis la surface, au moyen d'un fluide hydraulique qui est fourni par un tube (2) traversant longitudinalement et de part en part la préforme (1).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'après l'injection de ciment (L1) réalisée à l'étape c), on injecte un autre fluide (L2) non durcissable - dit de chasse - dont la densité est supérieure à celle du ciment (L1), et qui vient occuper l'espace compris entre l'obturateur (4) et l'extrémité basse de la préforme (1).

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé par le fait qu'on fournit le ciment (L1), et éventuellement le fluide de chasse (L2), depuis la surface, par le même tube (2) que celui qui sert au gonflage de l'obturateur (4), via une chemise de distribution (3) montée à l'extrémité du tube (2) et portant ledit obturateur (4).

5. Procédé selon la revendication 4, qui est mis en oeuvre avec une préforme (1) à paroi durcissable à chaud par polymérisation, caractérisé par le fait qu'on réalise la dilatation radiale et le durcissement de cette préforme au moyen d'un fluide chaud qui est fourni depuis la surface par ledit tube (2), via ladite chemise de distribution (3).

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'après l'étape d) on injecte un fluide (L3) dans la zone située au-dessus de l'extrémité haute de la préforme (1) pour éliminer l'excès de ciment éventuellement présent en cette zone.

7. Dispositif de cimentation d'un tubage destiné à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend un tube d'amenée de fluides (2) traversant de part en part la préforme (1) et dont l'extrémité basse se raccorde à un obturateur hydraulique gonflable (4).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il est pourvu d'une chemise (3) distributrice de fluides, dans laquelle débouche l'extrémité basse dudit tube (2).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que ladite chemise distributrice (3) constitue une vanne multi-voies permettant de faire communiquer sélectivement le tube d'amenée de fluides avec l'intérieur de l'obturateur (4), avec l'extérieur, et avec l'intérieur de la préforme (1).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que ladite chemise distributrice (3) possède des chambres de pression (8, 83) dont la sortie est obturable par des billes (9, 9') mises en place en cours d'opération via le tube d'amenée de fluides (2).

11. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé par le fait que ledit tube d'amenée de fluides est muni d'une soupape (23) située au-dessus de l'extrémité haute de la préforme.

FIG_1

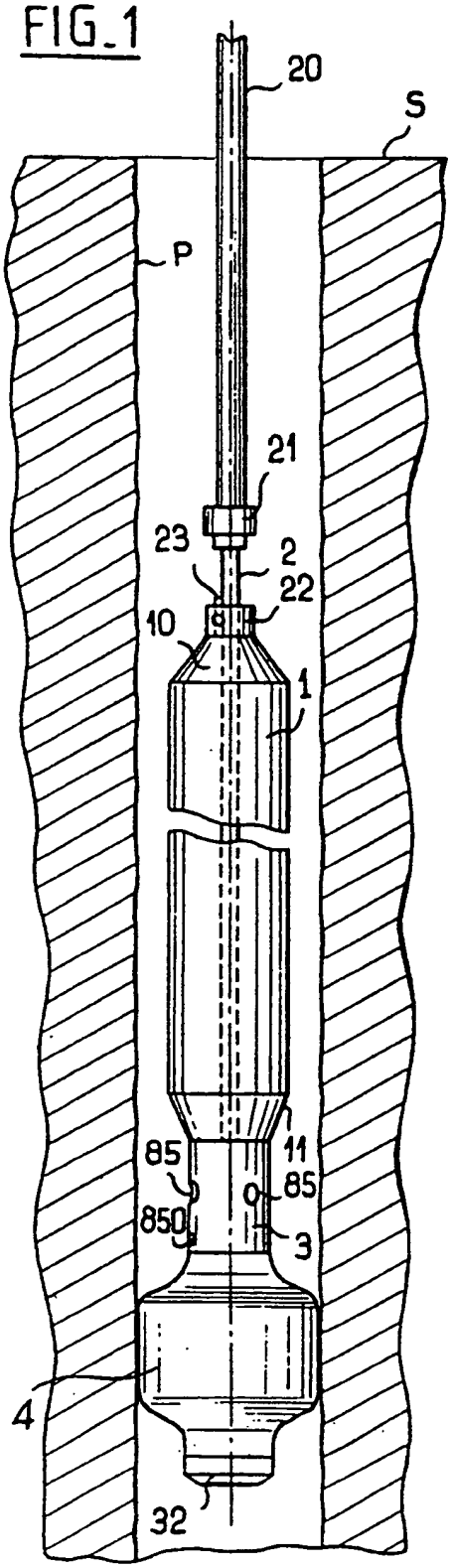

20
S
P
21
23
2
22
10
1
11
85
85
850
3
4
32

FIG_2

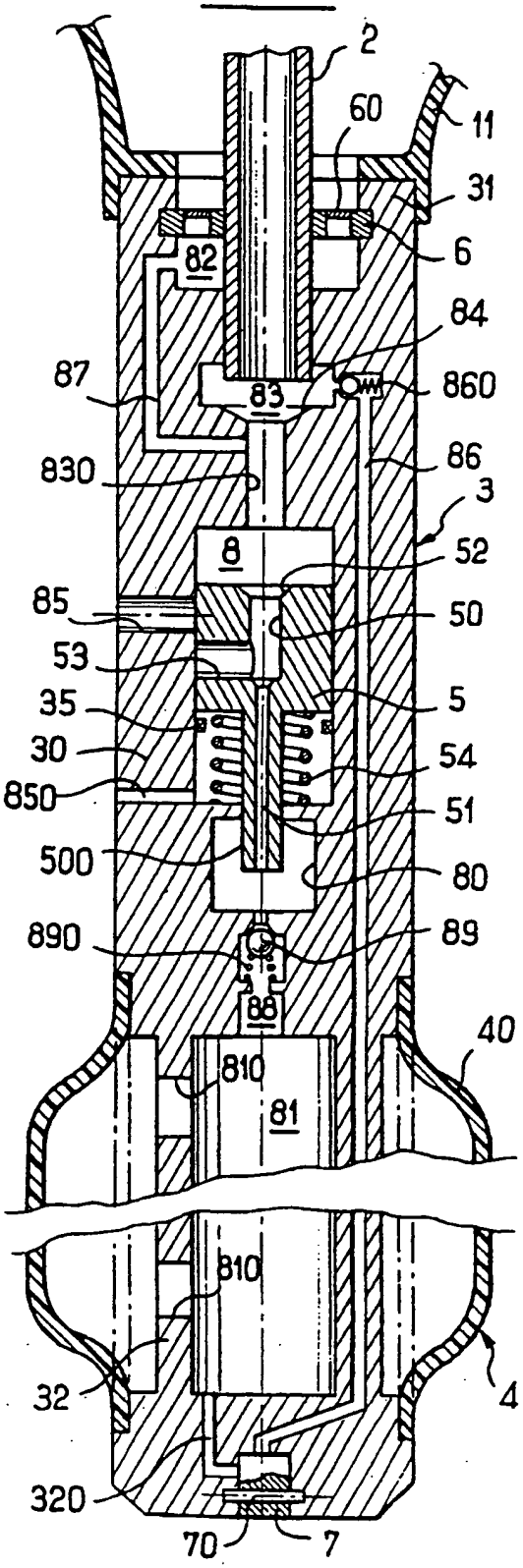

2
60
11
31
6
82
84
87
83
860
830
86
3
8
52
85
50
53
5
35
54
30
850
51
500
80
890
89
88
40
810
81
810
32
4
320
70
7

FIG_3C

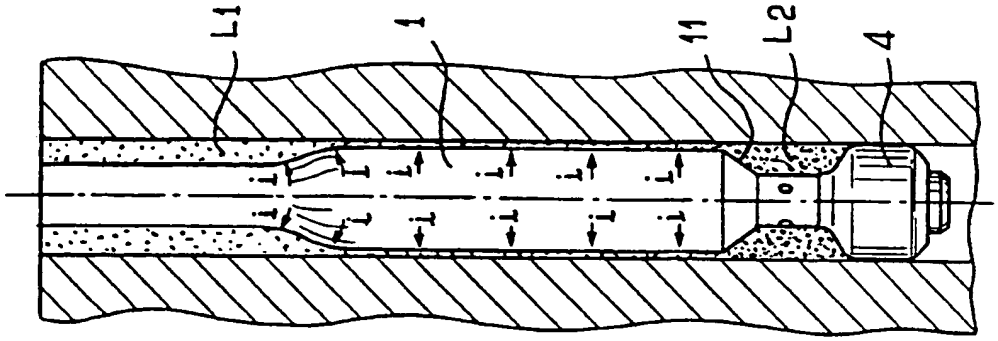


FIG_3B

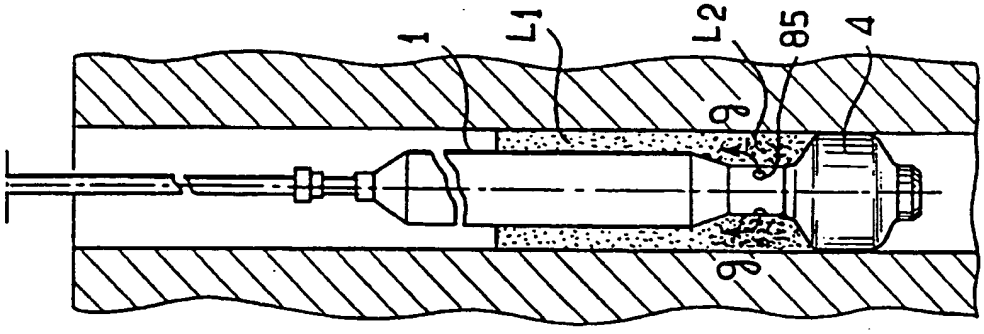


FIG_3A

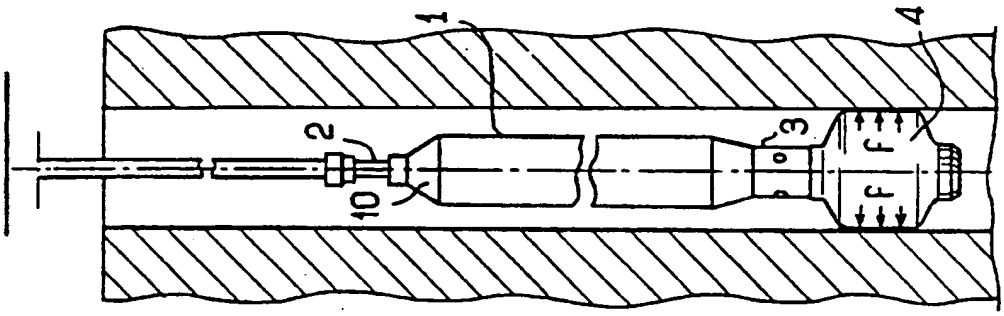


FIG_3

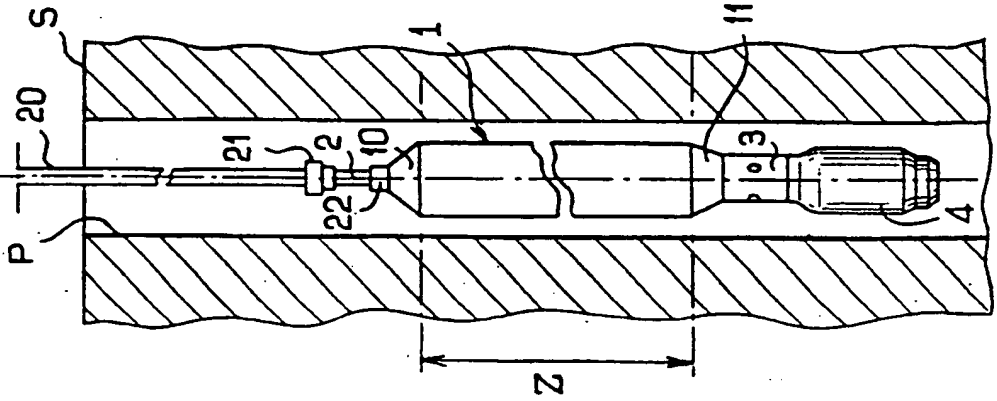


FIG_4

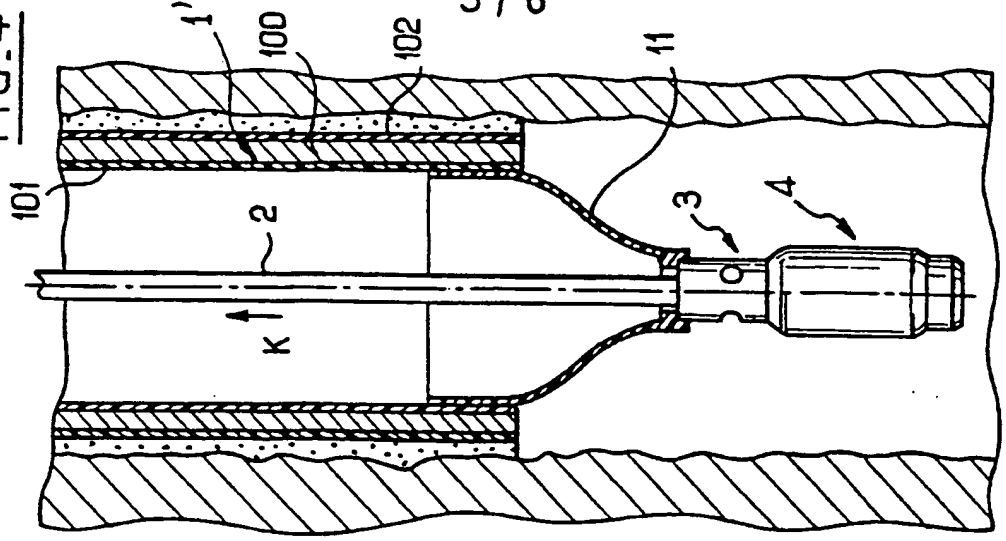


FIG_3E

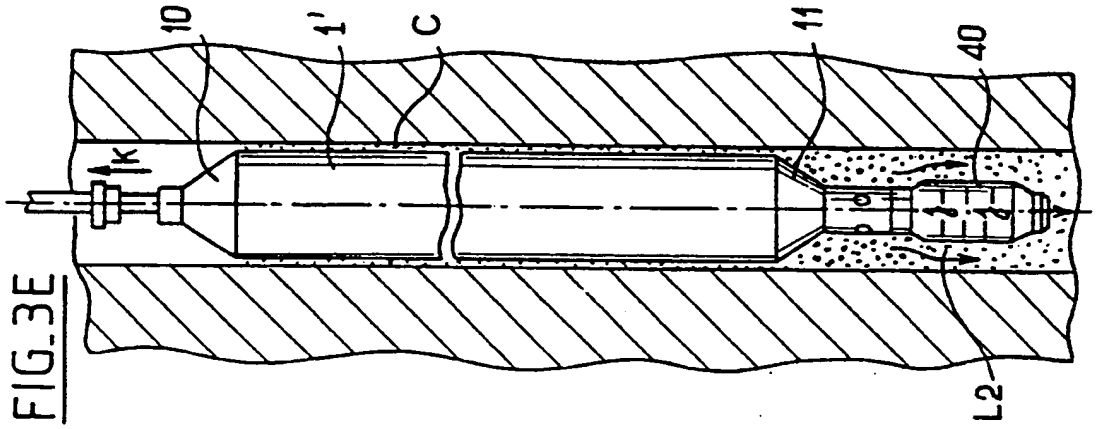


FIG_3D

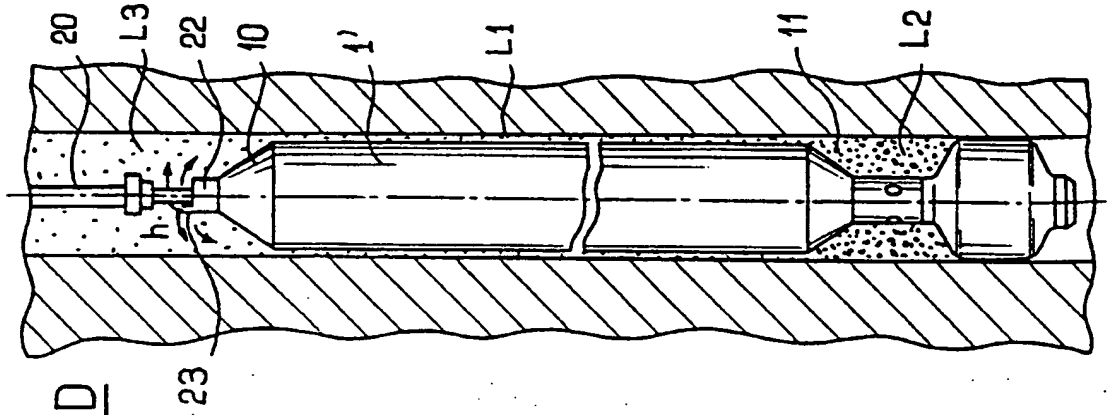


FIG_5

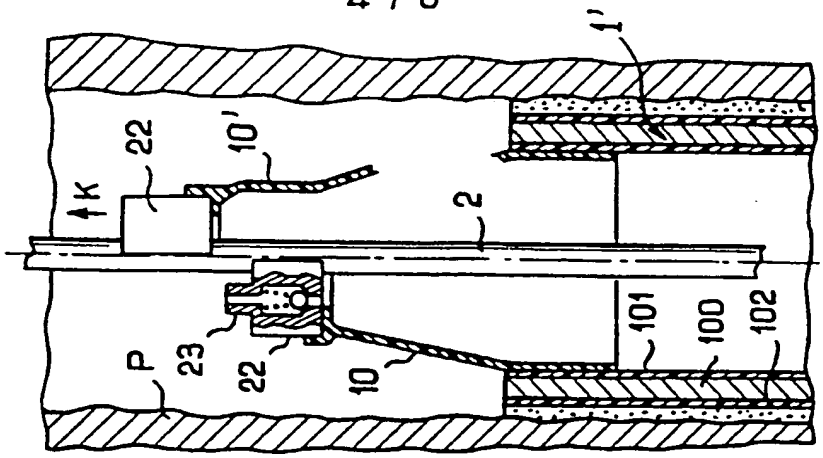


FIG_4A

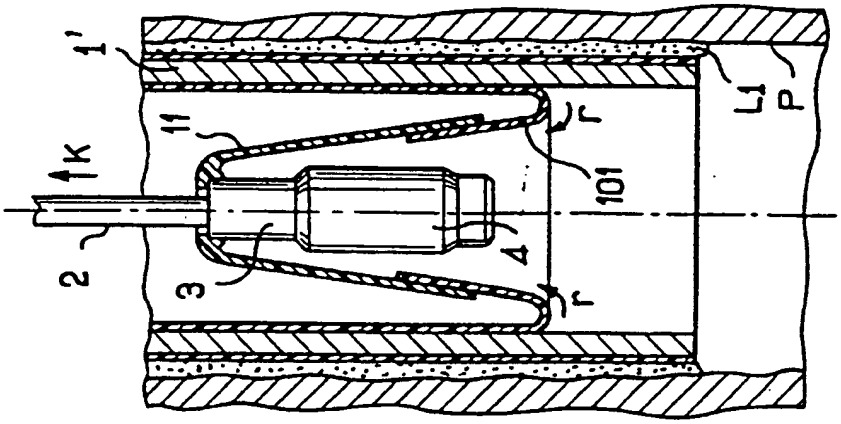


FIG_6E

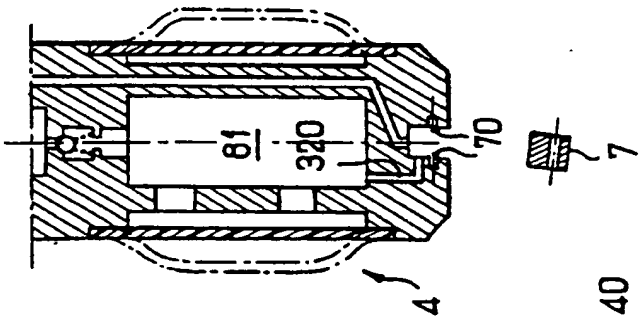


FIG_6D

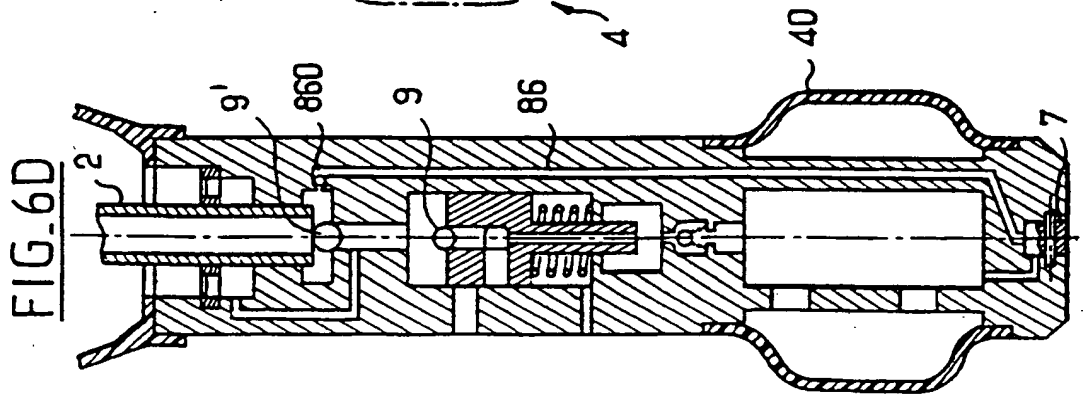


FIG.6C

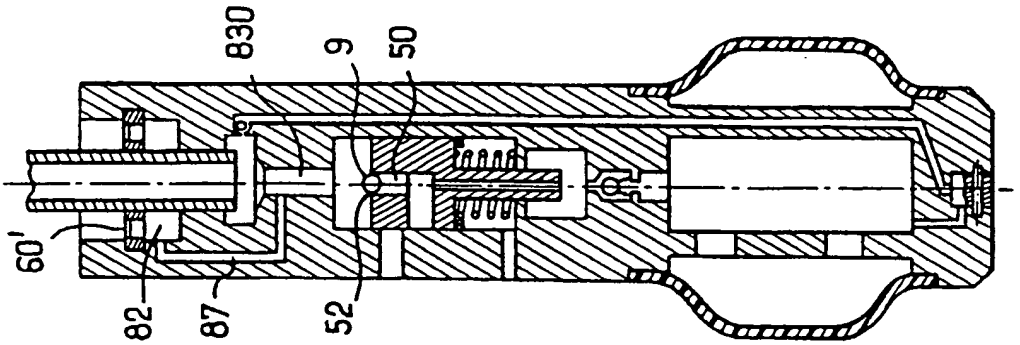


FIG.6B

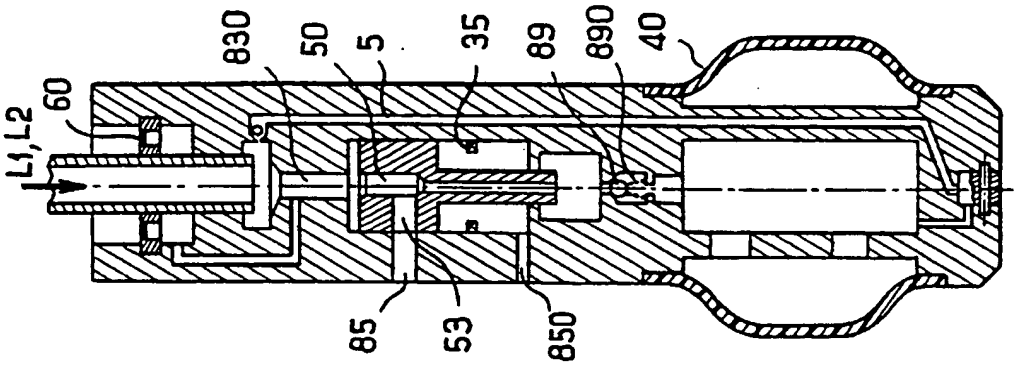


FIG.6A

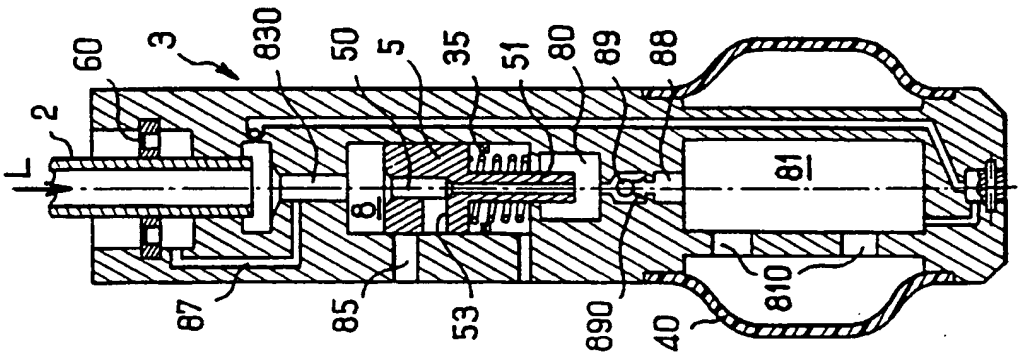
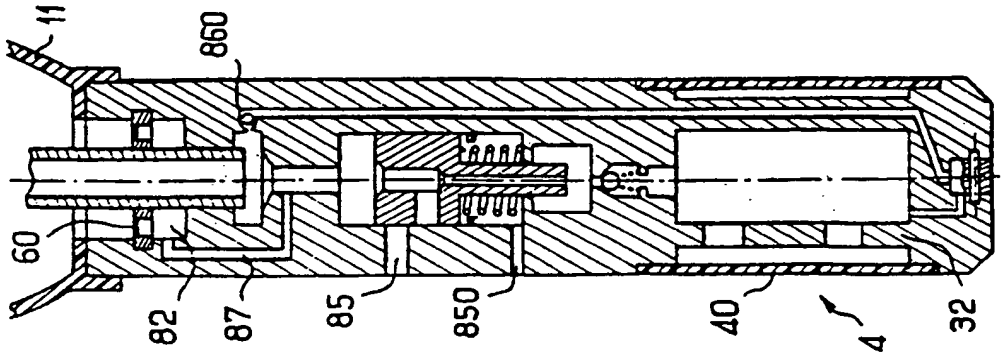


FIG.6



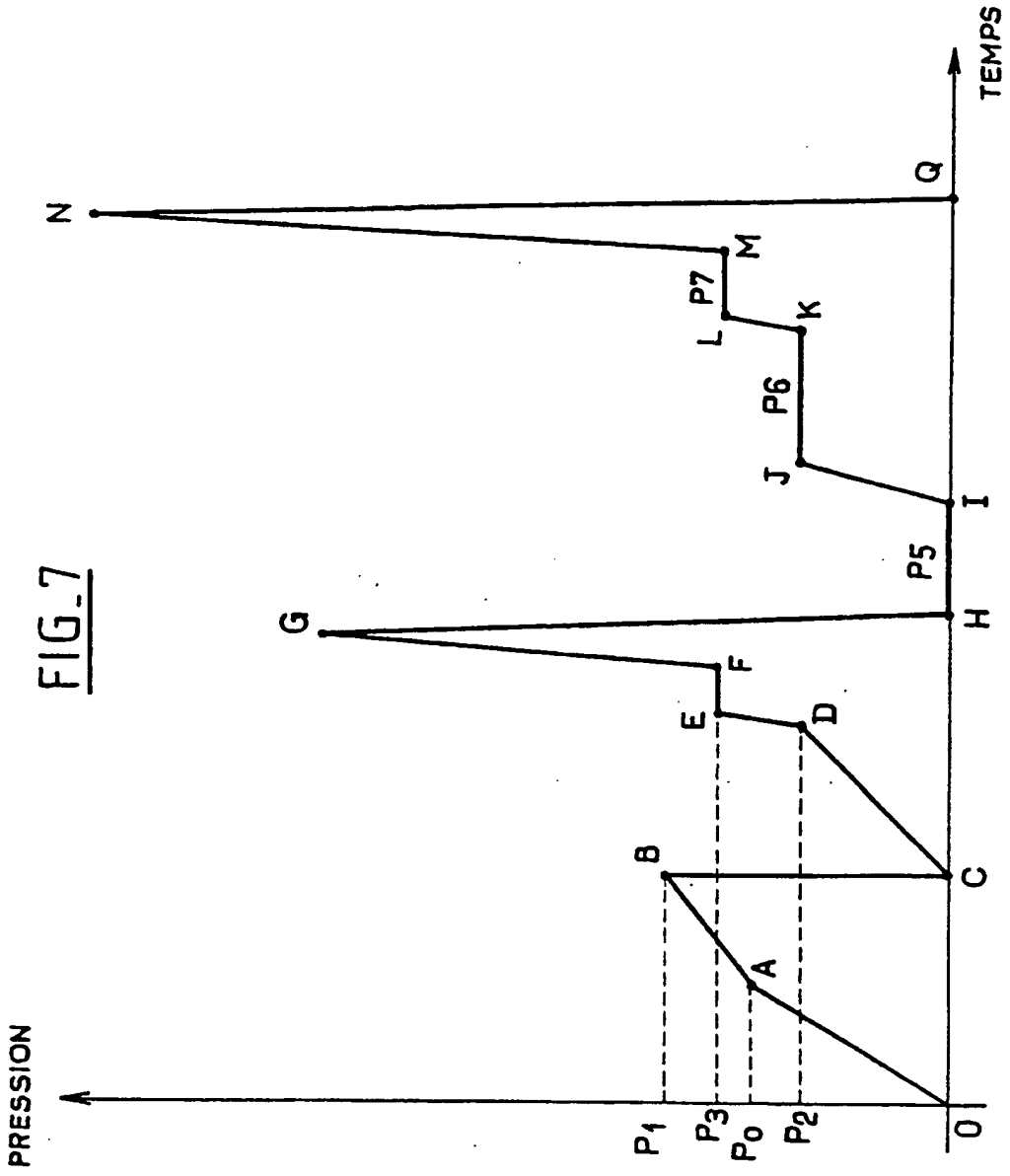


FIG_7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No
PCT/FR 94/00310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 5 E21B33/14 E21B33/127 E21B43/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 5 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO,A,91 18180 (NOBILEAU) 28 November 1991 see the whole document	1 3-5,7-9
Y	US,A,3 527 299 (LEWIS) 8 September 1970 see column 6, line 52 - line 64; figure 1.2	1
A	FR,A,2 662 207 (NOBILEAU) 22 November 1991 cited in the application see page 6; claim 3	1,9
A	US,A,4 133 386 (KNOX) 9 January 1979 see claims 1,9; figures 1-5	1,2,7,9
A	US,A,3 493 045 (BASSANI) 3 February 1970 see figures 1-4	1,11
A	EP,A,0 190 529 (CENDRE) 13 August 1986	

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 June 1994	28. 06. 94

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Fonseca Fernandez, H

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No
PCT/FR 94/00310

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,5 024 273 (COONE) 18 June 1991	

1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der e Internationale No
PCT/FR 94/00310

C(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US,A,5 024 273 (COONE) 18 Juin 1991	

1

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs au ..iembres de familles de brevets

De... c Internationale No
PCT/FR 94/00310

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO-A-9118180	28-11-91	FR-A-	2662207	22-11-91
		FR-A-	2668241	24-04-92
		FR-A-	2671787	24-07-92
		AU-A-	7962691	10-12-91
		EP-A-	0527932	24-02-93
US-A-3527299	08-09-70	AUCUN		
FR-A-2662207	22-11-91	AU-A-	7962691	10-12-91
		EP-A-	0527932	24-02-93
		WO-A-	9118180	28-11-91
US-A-4133386	09-01-79	AUCUN		
US-A-3493045	03-02-70	AUCUN		
EP-A-0190529	13-08-86	FR-A-	2575793	11-07-86
		FR-A-	2579662	03-10-86
		CA-A-	1248936	17-01-89
		DE-A-	3561830	14-04-88
		JP-A-	61225489	07-10-86
		US-A-	4951760	28-08-90
		US-A-	5070950	10-12-91
		US-A-	4821817	18-04-89
		FR-A-	2612983	30-09-88
US-A-5024273	18-06-91	AUCUN		

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☑ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.